



Trabajo Fin de Grado

ANÁLISIS DEL CAMBIO HORARIO (Daylight Saving Time) Y SU INCIDENCIA EN EL AHORRO ENERGÉTICO

Memoria

Autor:

Ana Jarauta Zarza

Director:

Carlos Monné Bailo

Escuela de Ingeniería y Arquitectura EINA

2014

1/2

Agradecimientos:

A mi familia,
a todos ellos con los que he compartido tantas horas y cosas en la EINA,
y a la gente que sabe que siempre podrá contar conmigo.

RESUMEN: *Análisis del cambio horario (Daylight Saving Time) y su incidencia en el Ahorro Energético.*

El presente Proyecto Fin de Grado de Tecnologías Industriales de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza, *Análisis del cambio horario (DST) y su incidencia en el Ahorro Energético*, estudia la problemática del cambio de hora respecto al ahorro de energía. Este término también es conocido como Daylight Saving Time (DST). Se trata de comprobar si dicho ahorro se ve reflejado económicamente en la factura de la luz, o por el contrario si se aumenta, o se mantiene constante los consumos energéticos.

La finalidad del proyecto es analizar energéticamente estas modificaciones horarias para estimar si realmente se obtiene un ahorro energético o no para la sociedad en la que vivimos.

Para ello se ha estudiado el estado del arte del Daylight Saving Time (DST) observando los diferentes resultados en diversos países y las diferentes metodologías para saber cuál podría ser la más apropiada, observando que el método de diferencias de diferencia es el más adecuado con ligeros cambios como separar estudio de días laborables de fines de semana y festivos.

Posteriormente se ha recopilado datos de consumo energético de diversos países del continente europeo. Se han elegido de manera que se representen en el estudio, tanto el norte de Europa (Países Nórdicos y Dinamarca), como el centro (Bélgica, Francia, Alemania y Países Bajos), y el sur (España), desde el año 2007 al 2013.

El estudio que se va a llevar a cabo mediante un análisis estadístico con datos de dos semanas anteriores y posteriores al DST. También se hace distinción entre días laborables y fines de semana y festivos, todos estos días divididos en tres periodos, uno de mañana de 7h a 15h, uno de tarde de 15h a 23h y uno de noche de 23h a 7h. Sin tener en cuenta razones psicológicas que afectan a los seres humanos los días posteriores a estos cambios.

Obteniendo conclusiones de tal manera que haciendo la comparación entre el cambio de Marzo-Abril (horario de verano) y Octubre-Noviembre (horario de invierno) para los diferentes resultados obtenidos, se considera que no se ahorra energía ya que lo que se consigue ahorrar con el horario de verano, se consume con el horario de invierno.

Todo ello teniendo en cuenta el efecto que hace en los datos la crisis económica sobre todo en los años 2007, 2008 y 2009 ya que aumentan los costes de producción de la electricidad y de las manufacturas, por lo que lleva a los consumidores a reducir sus gastos y a una menor confianza.

Índice

0.- Resumen	
1.- Introducción	2
1.1.- Descripción del proyecto	2
1.2.- Objetivos	3
1.3.- Efectos que produce el DST en el medio ambiente	4
2.- Antecedentes históricos.....	5
3.- Estudios comparativos	6
4.- Metodología.....	9
4.1.- Alemania y Países Bajos	11
4.2.- Bélgica	13
4.3.- Dinamarca	13
4.4.- España	14
4.5.- Francia.....	14
4.6.- Países Nórdicos	15
5.- Análisis	16
6.- Resultados	18
6.1.- Días Laborables	18
6.2.- Fines de semana y festivos.....	22
6.3.- Días completos laborables	25
6.4.- Días completos fines de semana y festivos.....	26
7.- Conclusiones	27
8.- Bibliografía	30

1.- Introducción

1.1.- Descripción del proyecto

El presente Proyecto Fin de Grado de Tecnologías Industriales de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza, *Análisis del cambio horario (DST) y su incidencia en el Ahorro Energético*, estudia la problemática del cambio de hora respecto al ahorro de energía. Este término también es conocido como Daylight Saving Time (DST). Se trata de comprobar si dicho ahorro se ve reflejado económicamente en la factura de la luz, o por el contrario si se aumenta, o se mantiene constante los consumos energéticos.

Este cambio de hora, se realiza adelantando el reloj una hora a principio de la primavera, y retrasándolo en el comienzo del otoño. El objetivo principal es comenzar la jornada laboral con luz diurna y acabarla cuando todavía no ha anochecido. Por tanto consiste en adaptar las horas de luz al tiempo de la jornada laboral.

El cambio horario afecta, según los expertos, al reloj biológico y puede provocar trastornos en el sueño especialmente en niños y ancianos. No obstante es algo temporal que se suele superar en 2 o 3 días.

Se puede observar en Imagen1 una distribución de países donde se aplica el DST actualmente. El uso del DST está más extendido en países situados a mayor latitud en ambos hemisferios.

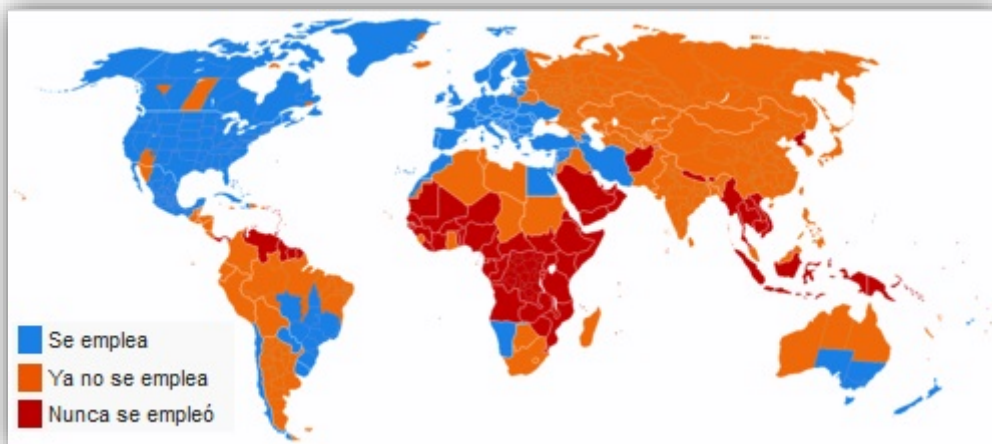


Imagen1. Empleo del horario de verano en el mundo [1]

Este trabajo Fin de Grado se va a centrar en analizar diversos países del continente europeo. Se han elegido de manera que se representen en el estudio, tanto el norte de Europa (Países Nórdicos y Dinamarca), como el centro (Bélgica, Francia, Alemania y Países Bajos), y el sur (España).

La aplicación del DST entre los diferentes países de la Unión Europea, se regula mediante la directiva Europea 2000/84/CE [1]. Esta directiva unifica los días en los que se produce el cambio de hora, siendo como norma habitual el último domingo de Marzo y de Octubre. Cada 5 años la Comisión Europea publica el calendario de las fechas concretas en las que se producirá el cambio de hora. Dicha directiva se entiende con carácter indefinido.

1.2.- Objetivos

La finalidad de este proyecto será, analizar desde un punto de vista energético si el empleo del DST, en los países objeto del estudio, provoca realmente un ahorro de energía para la sociedad en la que vivimos, según la evolución que ha experimentado desde su implantación.

Inicialmente, se han tenido en cuenta estudios realizados con anterioridad en diversos países, como India, Jordania, Kuwait, Turquía, Noruega y Suecia. Además de comprobar los resultados obtenidos, se han utilizado para verificar la metodología empleada y por tanto elegir la más adecuada para la realización de este análisis.

Se ha llevado a cabo mediante un análisis estadístico, estudiando los diferentes periodos de tiempo antes y después de dichos cambios de hora. Sin tener en cuenta razones psicológicas que afectan a los seres humanos durante los días posteriores a estos cambios.

Se han obtenido datos de consumo de electricidad de los diferentes países, para a partir de ellos, realizar un estudio comparativo de los resultados, teniendo en cuenta la situación geográfica y cultural de estos.

En último lugar, mediante el estudio comparativo se podrá llegar a unas determinadas conclusiones, y valorar si realmente se obtiene un ahorro energético y por tanto económico.

1.3.- Efectos que produce el DST en el medio ambiente

Utilizando el método de regresión [2], donde se relaciona matemáticamente una variable dependiente y una independiente, se puede ver que el DST aplicado en los meses de verano causa una subida del tráfico por la tarde. Se aumenta el consumo de combustible y por tanto el nivel de contaminación es más alto en la atmósfera. Las emanaciones de polvos y gases corrosivos deterioran el medio ambiente dando lugar a olores desagradables, pérdida de visibilidad y daños para la salud humana, para los cultivos y otras formas de vegetación.

Las consecuencias del DST, se ven reflejadas en que se incrementan los efectos del cambio climático, ya que está ocasionado principalmente por la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas) que en su combustión producen energía y liberan CO₂ a la atmósfera.

WWF [3], grupo comprometido con el medio ambiente que se dedica a la conservación de la naturaleza, cuenta con el Observatorio de la Electricidad, herramienta en forma de boletín, publicada mensualmente en su página web. Ofrece información a los consumidores de electricidad sobre los tipos de tecnologías que se han usado en ese periodo. Resume, a su vez, las emisiones de CO₂ (Imagen2), de gases contaminantes y residuos radioactivos generados para producir la electricidad. Su objetivo principal es sensibilizar al consumidor sobre la importancia de ahorrar energía y apostar por las fuentes renovables para reducir los impactos que la quema de combustibles fósiles producen sobre el medio ambiente y luchar contra el cambio climático.

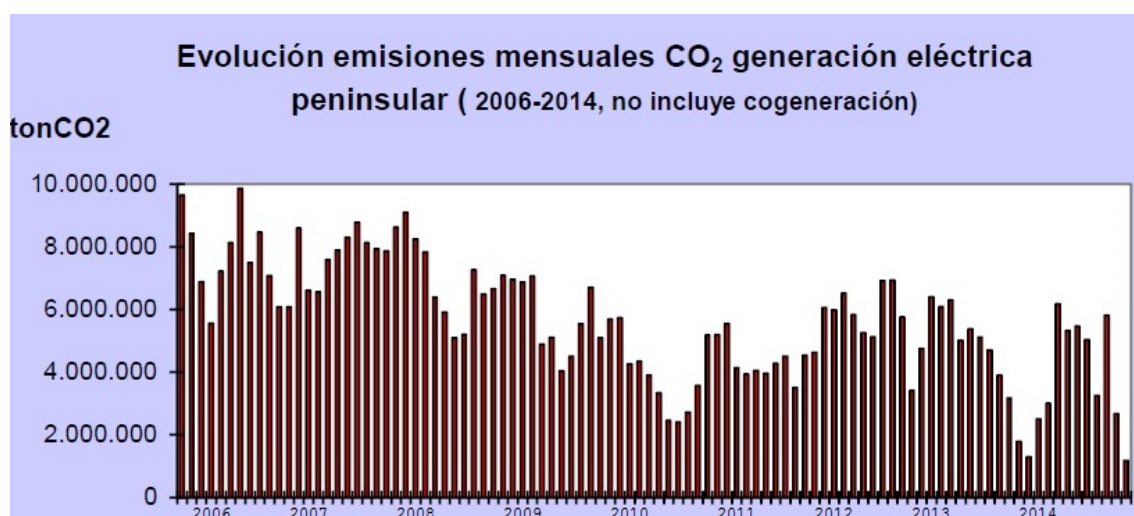


Imagen2. Evolución emisiones CO₂ [3]

2.- Antecedentes históricos

La idea del DST, se remonta al año 1784 [4], cuando Benjamin Franklin, embajador de EEUU en Francia, se levantó sobresaltado una mañana debido a la luz que entraba en su habitación. Estaba viendo salir el sol sobre el horizonte accidentalmente, porque no había bajado las persianas. Decidió hacer un estudio sobre cuanto consumían las familias en París de velas por hora, y lo que se podían ahorrar con una modificación en el reloj. Decidió enviar una carta al diario Le Journal de París en la que proponía algunas medidas como ahorro energético.

1. Imponer un gravamen a las personas cuyas contraventanas impidiesen la entrada de luz a sus habitaciones.
2. Regular el consumo de cera y velas.
3. Hacer repicar las campanas de la iglesia al amanecer para que todo el mundo se levantara a la misma hora.

Estas propuestas no se tomaron en serio, pero muchos fueron los que continuaron con su idea, como es el caso de William Willet en 1907 [5], en un folleto titulado "The Waste of Daylight" donde proponía que los relojes debían ser adelantados 80 minutos en verano. Esto haría que las tardes tuvieran luz durante más tiempo y permitiría ahorrar 2,5 millones de libras en gastos de iluminación.

En 1916, Alemania se convirtió en el primer país en adoptar el horario de verano durante la Primera Guerra Mundial, debido a la alta necesidad de ahorrar carbón.

Al fin, en 1974, el DST se convirtió en norma en España.

Un año después de la primera crisis del petróleo, con el objetivo de aprovechar mejor la luz del Sol y consumir menos electricidad, se implantó el cambio horario gracias al estudio sobre el efecto del DST en la demanda energética [6], realizado por Secretary of Transportation, by U.S. Department of Transportation.

La parte más importante de este estudio es el uso del "equivalent day normalization technique" que es esencialmente un cálculo de diferencia de diferencias es decir, un tratamiento estadístico basado en características no observables que estudia los datos previos y posteriores a una intervención, con la finalidad de medir el efecto causal de esta intervención sobre los parámetros estudiados.

En este caso, la estimación del efecto causal se realiza mediante la estimación de un modelo de regresión, en el cual se describe el efecto de la intervención (DST), teniendo en cuenta las diferencias observables entre los periodos influenciados y no influenciados.

Utilizando los datos de consumo energético por hora de 22 empresas para un periodo de días anteriores y posteriores al DST, los días se dividen en periodos de influencia DST (mañana y tarde) y periodos de no-influencia (mediodía y noche). Se supone que las diferencias en la diferencia entre los periodos influenciados y no influenciados, antes y después de la transición son debidas al efecto del DST.

Los resultados indican una reducción media de un 1% durante los periodos de transición de primavera y otoño, pero una evaluación posterior del estudio, realizada por el National Bureau of Standards (2006), concluye que los ahorros energéticos son insignificantes.

Debido a que el cálculo de diferencia de diferencias fue el que impulso el empleo del cambio de hora en España, utilizaremos para este análisis este método con ligeros cambios como la distinción entre días laborables por un lado y fines de semana y festivos por otro. El consumo industrial y el doméstico varían en función del día de la semana que corresponde.

Posteriormente se explicara con más detalle la metodología empleada.

3.- Estudios comparativos

Se presentan a continuación diversos estudios anteriores a este análisis, donde se comparan métodos en el tratamiento de datos que muestran si el DST disminuye el consumo de energía.

En Asia los estudios se centran en el consumo doméstico es decir, en diferentes residencias privadas, edificios de apartamentos, edificios comerciales,... Como es el caso de Jordania, Kuwait y Turquía que se detallan a continuación.

El consumo de electricidad en Jordania [7], se estudia mediante dos análisis.

1.- El primero sirve para determinar el ahorro de las cargas de iluminación tanto residenciales, como en edificios comerciales. Se basa en unas encuestas realizadas por el Ministerio de Energía y Recursos Minerales de Jordania (MEMR) durante el año 2000. Los

resultados de estas encuestas muestran un ahorro del 0,73%, siendo 38,1kWh/cliente en el sector residencial y 139kWh/cliente en el sector comercial.

2.- El segundo sirve para determinar el impacto DST mediante la comparación de la curva media de carga diaria (DLC) durante varios días antes y después del DST en el año 2000 y el 2007. El resultado en el año 2000 indica un aumento en la generación de electricidad por la mañana en un 0,3-0,4%, y por la tarde y la noche en un 0,8-1%. Este aumento puede ser debido al uso desmesurado de aire acondicionado y sistemas de ventilación, como consecuencia del clima seco y las altas temperaturas del territorio. En el año 2007 se observa un efecto similar, exceptuando en la generación de electricidad por la mañana que sigue aumentando pero en menor medida (0,23%).

En Kuwait se aplica el estudio al sector de la construcción ya que supone un 90% del consumo de energía eléctrica y también de la demanda pico en dicho país [8]. Los resultados indican que la adopción de DST para sectores gubernamentales y comerciales puede beneficiarse del horario de verano. Las residencias privadas y los edificios de apartamentos pueden ver tanto su uso anual de energía como la demanda pico ligeramente aumentada. El impacto global de la aplicación DST tiene un ligero aumento del uso de energía en torno 0,07%, y una ligera reducción de la demanda máxima en torno 0,14%.

El estudio sobre el consumo en la iluminación eléctrica de los edificios en Turquía [9], consta del análisis según el mayor o menor uso de la iluminación, encontrando grandes diferencias entre Estambul y Erzurum. Al abarcar un extenso territorio, las soluciones para ahorrar electricidad en todo el país serían el uso de dos zonas horarias diferentes, y el desplazamiento hacia adelante de 30 minutos del DST de Abril a Octubre, obteniendo un máximo ahorro de al menos 0,7% en el consumo de energía en iluminación.

Dicho territorio también abarca una zona Europea, como el caso de Gran Bretaña que analiza la demanda de electricidad británica a partir de 2001 hasta 2008 demostrando el ahorro de energía potencial que podría ser obtenido en Gran Bretaña si se mantiene el DST a lo largo del invierno, en vez de volver a la hora de Greenwich (GMT) [10].

Se observa un aumento del consumo de energía por la mañana, pero es menor que la disminución producida por la tarde. Esto supone ahorro del consumo en un 0.32 % en noviembre, un 0.22 % en diciembre, un 0.32 % en febrero, y un 0.32 % en marzo. Tal ahorro en el consumo de electricidad conduciría a un ahorro anual de aproximadamente 450,000ton de CO₂, disminuyendo así el impacto ambiental.

El estudio en los fines de semana demuestra que los ahorros en el consumo de energía a primera hora de la mañana son mayores que durante los días laborables.

En la península escandinava, se examina el impacto de horario de verano (DST) en el consumo de electricidad en el sur de Noruega y Suecia [11], entre Junio de 2003 Diciembre 2009. Empleando los datos horarios de consumo de la electricidad, temperatura, duración del día, las variables en materia económica y los factores estacionales, para la aplicación de diferencia en diferencias (DID) que sugiere una reducción anual de al menos 1,0 por ciento en el consumo de electricidad tanto para Noruega y Suecia debido a DST. Lo que resulta un ahorro económico anual de 16.1 millones y 30,1 millones de euros, respectivamente.

En Oceanía, se llevó a cabo un experimento en Australia en el año 2000 [12], se trataba de comprobar como las Olimpiadas de Sídney pueden afectar directamente a la demanda de electricidad, enfocando el estudio al estado de Victoria que no recibió acontecimientos Olímpicos pero si empleo el DST, y comparándolo con Australia meridional, que no empleo DST.

Usando el consumo de electricidad por hora para aplicar la diferencia de diferencias, así como la información meteorológica más detallada disponible, para examinar como la extensión DST afectó a la demanda de electricidad en Victoria. Se mostró que ampliando el DST realmente se redujo el consumo de electricidad por la tarde, pero estos ahorros fueron negados por la demanda aumentada por la mañana.

Por último, existen estudios en el territorio de EEUU, como es el caso de Indiana y Lawrence en Kansas, donde se realizan las mediciones en residencias de hogares de la zona.

Un experimento natural en el estado de Indiana [13] para realizar la primera estimación empírica de los efectos de DST en el consumo eléctrico en los Estados Unidos desde los años setenta. La base de datos consiste en 7 millones de observaciones mensuales para casi la totalidad de hogares del sur de Indiana a lo largo de tres años, de los cuales se han realizado estudios de regresión, estimando modelos con distintas especificaciones. La principal conclusión del estudio realizado es, contrariamente a la política del DST, que en el periodo de DST aumenta la demanda energética. Aunque se estima un aumento global de entre el 1-4% en el consumo energético, se ha encontrado que este efecto no es constante a lo largo del periodo DST.

El estudio que cuantifica la energía y el impacto de coste de energía mediante el empleo DST en una residencia típica estadounidense [14], en Lawrence, Kansas fue ocupada durante un año entero, por tres personas, sin incorporar rasgos pasivos o activos solares, y con un modelo programado para rastrear la presencia de los inquilinos en la residencia durante días laborables,

sábados, domingos y vacaciones. Los resultados muestran que el coste de energía total anual ha aumentado ligeramente en un 0.147 %. Un análisis de los sitios cercanos a este mostró que había más lugares donde tenían gastos de energía más altos anuales con el empleo del DST.

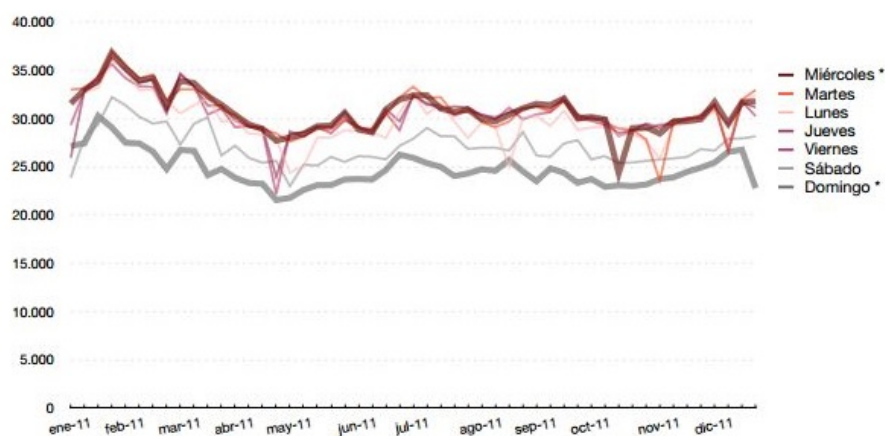
Se puede concluir que tras la revisión de los estudios existentes, se sugiere que las pruebas hasta el momento son inconclusivas sobre el efecto del DST en el consumo eléctrico.

Ninguno de los estudios empíricos ha encontrado un efecto global estadísticamente diferente de cero, del mismo modo los estudios basados en simulaciones resuelven resultados contradictorios. Por lo tanto existe una clara necesidad de investigar si la aplicación del DST ahorra energía realmente.

4.- Metodología

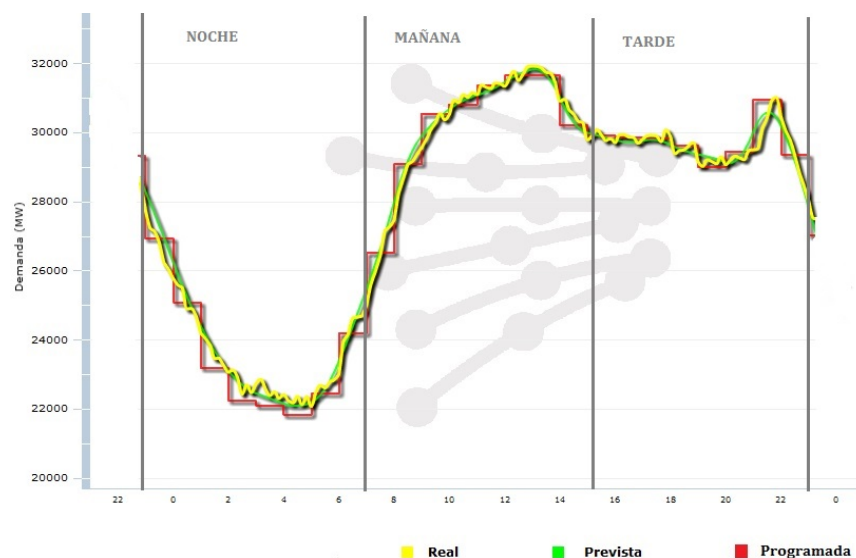
Para realizar el estudio y conocer el consumo energético en función del DST, se va a proceder a realizar el método de diferencias de diferencia, método utilizado en varios estudios, aunque con ligeras modificaciones.

Se van a obtener los datos de consumo energético dos semanas anteriores y posteriores al último domingo de Marzo y al último domingo de Octubre. Del mismo modo, se va a hacer distinción entre días laborables por un lado y fines de semana y festivos por otro, ya que tanto el consumo industrial como el doméstico varían notablemente. Se puede demostrar en la siguiente Gráfica1, observatorio de Ciberpolítica estudio de José Rodríguez [15], donde claramente se distingue entre la línea superior que representa los días laborables y la línea inferior que representa los fines de semana y festivos.



Gráfica1. Evolución del consumo energético a lo largo de la semana en 2011. [15]

Los datos diarios se van a dividir en tres bloques, el periodo de mañana de 7 a 15h, el periodo de tarde de 15 a 23h y el periodo de noche de 23 a 7h. A continuación en la Gráfica2 se representa la demanda de energía eléctrica en tiempo real de un día cualquiera, 14/05/2014. Correspondiendo al periodo de mañana consumo mayoritariamente de empresas y oficinas, mientras que en el periodo de tarde y de noche el consumo es doméstico [22].



Gráfica2. Demanda de energía eléctrica en tiempo real. [22]

Se toman datos de consumos energéticos y no datos de producción, ya que todo lo que se produce no se consume en su totalidad, existen pérdidas a lo largo de las redes de transporte y distribución.

Del mismo modo, S.I. Hill en el estudio en Gran Bretaña [10], utilizó dos semanas anteriores y dos posteriores entre Marzo-Abril y Octubre-Noviembre. No incluyó fines de semana ni festivos ya que existe una significativa diferencia de perfiles de consumo, lo que considera que daría resultados estadísticamente menos consistentes.

Otro caso donde se toman datos dos semanas anteriores y posteriores a Marzo y Octubre para compararlos, es Servet Karasu con su estudio en Turquía [9], tomando como referencias Estambul y Erzurum ya que entre este y oeste del país existe una diferencia horaria de 76 minutos.

En cambio, Ryan Kellogg en el estudio de Australia [12], tomo los consumos por días completos en días laborables y fines de semana en Septiembre y Octubre ya que el hemisferio sur es estacionalmente equivalente a Marzo en el hemisferio norte.

Existen otros casos como Faisal Mehmood Mirza en el estudio de Noruega y Suecia [11], que emplea dos periodos de tiempo, uno de influencia (mañana y tarde) y otro de no influencia (mediodía y medianoche), cinco días antes y después del cambio de hora y haciendo distinción entre días laborables y fines de semana y festivos.

Y por último, Brian A. Rock en el estudio de Lawrence en Kansas [14], estudió un año entero el consumo de una casa típica de Estados Unidos.

Consideramos que estos análisis no abarcan bien los periodos en los que se puede observar cambios en los consumos al aplicar DST, por tanto en nuestro caso se hace distinción entre fines de semana y festivos, periodos de mañana, tarde y noche.

El análisis se va a llevar acabo en los siguientes países: Alemania, Bélgica, Dinamarca, España, Francia, Países Bajos y Países Nórdicos, para abarcar todo el territorio de la Unión Europea.

4.1.- Alemania y Países Bajos

El suministro de energía en Alemania se divide en cuatro sectores (Imagen3) siendo las compañías: Elia 50hertz, Amprion, Transnet BW y TenneT. Sus dominios web proporcionan los datos de toda la energía transferida desde la red de transporte a través de transformadores conectados directamente y líneas a las redes de distribución y de los consumidores finales.

Elia 50hertz [16] ofrece los datos de consumo cada 15 minutos en MW en formato Excel.

Transnet BW [17] solo proporciona los datos de consumo desde 2010 cada 15 minutos en MW en formato Excel.

Amprion [18] proporciona los datos de consumo cada 15 minutos en MW en formato Excel.

TenneT [19] este operador proporciona los datos de consumo, en formato Excel con unidades de MWh y con valores cada 15 minutos. Cabe destacar que los proporciona conjuntamente con los Países Bajos (Imagen4) ya que el mismo distribuidor de energía.



Imagen3. Sectores suministro de energía Alemania [16, 17, 18]

Debido a que es el mismo distribuidor de energía, en el análisis se va a estudiar conjuntamente Alemania y Países Bajos sumando los diversos consumos de las diferentes compañías.

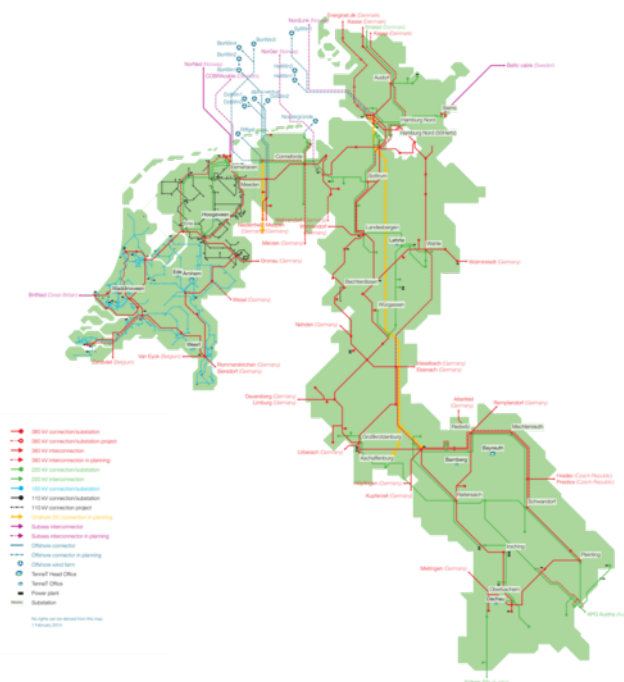


Imagen4. Red de transporte Países Bajos y parte de Alemania [19]

4.2.- Bélgica

En Bélgica, disponen de un único operador del sistema llamado **Elia** [20], encargado de la transmisión de electricidad dentro del país (Imagen5).

Este operador proporciona los datos desde su dominio web, en formato Excel, las medidas de consumo están expresadas en kW cada 15 minutos.

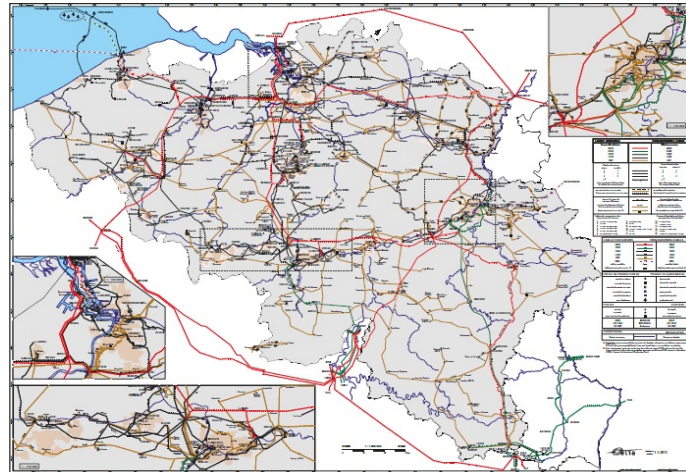


Imagen5. Red de distribución de la energía en Bélgica [20]

4.3.- Dinamarca

En Dinamarca el operador del sistema es **Energinet.dk** (Imagen6). A través de su enlace web se puede llegar a la información necesaria para nuestro análisis, navegando por la versión inglesa de la web [21].

La información viene presentada en formato Excel, distinguiendo entre la zona este y oeste del país. Una vez sumados, se obtienen los consumos brutos con un intervalo de hora en hora y en términos de MWh.

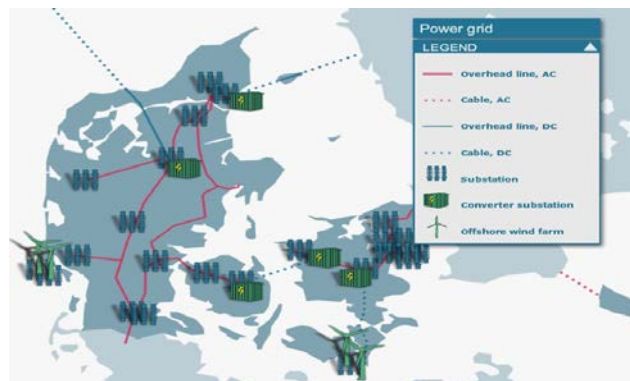


Imagen6. Red de energía en Dinamarca [21]

4.4.- España

Los datos se obtienen del dominio web de Red Eléctrica de España (REE) [22], se dedicada al transporte de energía eléctrica (Imagen7), pero no a la distribución de esta.

Podemos encontrar gráficas de la demanda y la producción en tiempo real de la Península, por lo que hemos transformando los datos a formato Excel, obteniendo así el seguimiento de la demanda energética en MW cada 10 minutos.



Imagen7. Red de transporte de electricidad España [22]

4.5.- Francia

El operador del sistema de transmisión de electricidad de Francia se denomina **RTE** [23]. Transporta electricidad (Imagen8) entre los proveedores (franceses y europeos) y los consumidores, ya sean distribuidoras de energía eléctrica o de los consumidores industriales conectados directamente al sistema de transmisión.

Se pueden obtener en su enlace web los términos de potencia (MW) y los de energía (MWh), con valores cada 30 minutos.



Imagen8. Red de transporte en Francia [23]

4.6.- Países Nórdicos

Países nórdicos (Imagen9) es un concepto geográfico que comprende Dinamarca, Finlandia, Islandia, Noruega y Suecia.

Nord Pool Spot tiene operaciones y comercializa más del 70% del consumo total de energía eléctrica del mercado nórdico. Su dominio es repartido entre **Statnett** de Noruega (30%), **Svenska Kraftnät** de Suecia (30%), **Fingrid** de Finlandia (20%) y **Energinet.dk** de Dinamarca (20%).

En el dominio web [24], se encuentran datos únicamente de los años 2012 y 2013 del consumo real horario en MWh para los lugares de Dinamarca (DK), Finlandia (FI), Islandia (EE), Noruega (NO) y Suecia (SE).

Como ya se ha visto, el estudio de Dinamarca se hará de forma independiente ya que se disponen de una mayor cantidad de datos.



Imagen9. Países Nórdicos [24]

5.- Análisis

Con los datos de consumos energéticos obtenidos de los diferentes dominios web, citados anteriormente, se trata en primer lugar de homogeneizarlos, con el fin de facilitar la manipulación de éstos y agilizar el posterior análisis.

Para el trabajo de homogeneización de los datos se han desarrollado aplicaciones macro del programa Excel, las cuales permiten grabar una secuencia de operaciones dentro de un archivo, en un lenguaje de programación Visual Basic y posteriormente repetirlas en otros archivos. Esta aplicación ha sido de gran utilidad debido al gran volumen de información obtenida.

El formato elegido han sido hojas de cálculo de Microsoft Excel en las que se albergarán los datos para cada país, realizando una por cada periodo de tiempo y DST es decir, Marzo-Abril y Octubre-Noviembre. También cabe distinguir entre días laborables y fines de semana y festivos.

Cada hoja de cálculo estará estructurada en su interior con un país por pestaña, representando cada año desde 2007 a 2013, exceptuando los Países Nórdicos que solo disponemos de datos de 2012 y 2013 y Transnet BW que solo dispone desde 2010, con los datos anteriores y posteriores al DST.

Junto a estos cuadros aparecen gráficas por cada año representando el sumatorio de los consumos energéticos anteriores y posteriores al DST.

Una gráfica por país donde se muestra la tendencia en porcentajes que han supuesto los cambios, pudiendo observar si han existido ahorros energéticos o no.

Para hacer la comparativa se ha calculado también el consumo global en MWh, en porcentajes y lo que corresponde a cada persona según la población de cada país.

Se han realizado los valores de aumento o disminución del consumo en porcentajes ya que desde el comienzo del análisis con datos de 2007, se han producido diversos cambios en los países de estudio.

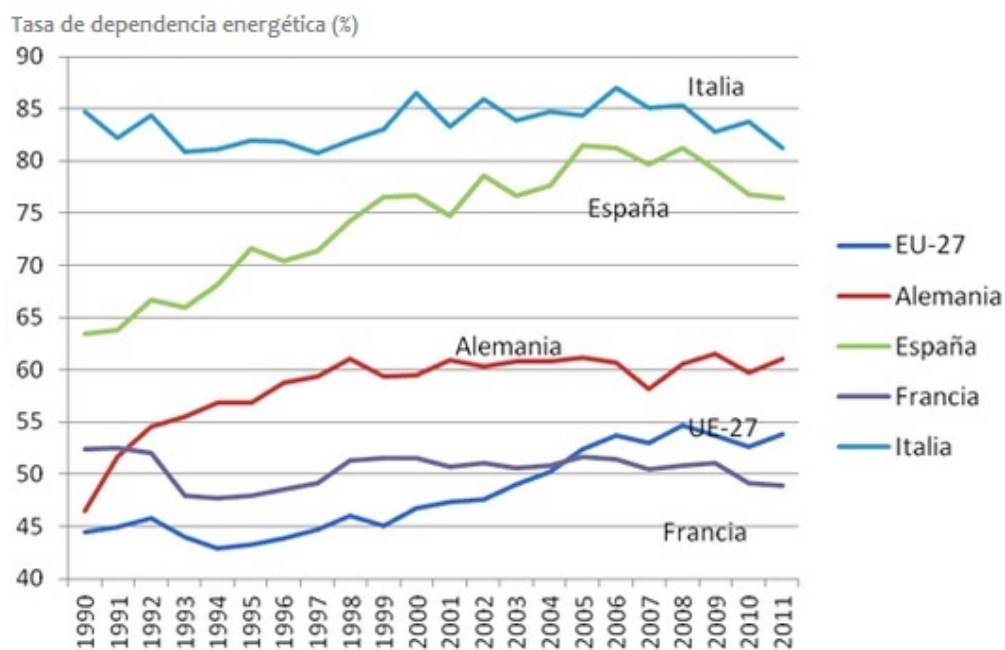
Cabe destacar la gran crisis económica que sufre la zona euro, afecta en medida que disminuye el consumo conforme aumenta el desempleo y por el cierre de muchas empresas.

Hoy en día se consume menos y se tiende a comprar más barato. Como se puede observar en la Gráfica3 [25] países como España y Francia ven aumentada la tasa de

dependencia energética hasta 2005, y su posterior inflexión, causada básicamente por el impacto de la crisis económica sobre el año 2007.

Otros como Alemania no ven modificaciones en su tasa de dependencia energética y por tanto del consumo del país, esto podría ser causado porque Alemania es la cuarta mayor economía mundial en cuanto al PIB nominal y la primera en Europa.

Es un país que ha desarrollado un alto nivel de vida, tiene una posición clave en los asuntos europeos ya que mantiene estrecha relación con varias asociaciones a nivel mundial y es reconocida como líder en el sector tecnológico.



Gráfica3. Evolución de la tasa de dependencia energética en países de la Unión Europea [25]

Los días festivos [26] que afectan al estudio del DST, están expuestos en el Anexo1 para los diferentes países estudiados. Los consumos de estos días serán tenidos en cuenta en el Excel de fines de semana y festivos.

Hay que tener en cuenta que ante la falta de algún dato, se ha realizado una extrapolación por tendencia polinómica de orden 2, como es el caso de los días 24 y 25 de marzo de 2008 en España.

Para el análisis se ha realizado un promedio de consumo del periodo en cuestión hora por hora, y se ha procedido a sumar de las semanas 12 a la 15, obteniendo así el sumatorio de

antes del cambio. Y debajo de este se han sumado de las semanas 42 a la 45, obteniendo así el sumatorio de después del cambio.

Para proceder a calcular un porcentaje de ahorro debido a dicho cambio para los tres periodos indicados. Los valores positivos obtenidos hacen referencia a un aumento del consumo, mientras que los valores negativos corresponden a un ahorro energético.

6.- Resultados

Con los datos organizados de los diferentes dominios web y siguiendo el procedimiento explicado anteriormente, se procede a su análisis, para el cual se diferencia entre los días laborables y fines de semana y festivos, y dentro de estos en los periodos horarios de mañana, tarde y noche, y día completo.

Se define el consumo global como la diferencia de energía consumida entre los periodos de estudio antes y después del DST.

6.1.- Días Laborables

Se va a proceder a realizar el análisis de los **días laborables en el periodo de mañana**, donde existe más consumo en las industrias y oficinas, se obtiene los siguientes resultados de consumo (Tabla1 y Tabla2) en MWh, porcentualmente y el equivalente al consumo global de un habitante en los respectivos países.

	MARZO-ABRIL				
	ESPAÑA	ALEM+PBAJOS	DINAMARCA	BELGICA	FRANCIA
CONSUMO GLOBAL	-0,84%	-0,56%	-0,74%	-0,94%	-2,98%
CONSUMO GLOBAL MWh	-143695	-122899	-19525	-56351	-1092833
CONSUMO GLOBAL kWh por persona	-3,04	-1,25	-3,49	-5,06	-16,63

Tabla1. Consumos en días laborables por la mañana de Marzo-Abril

	OCTUBRE-NOVIEMBRE				
	ESPAÑA	ALEM+PBAJOS	DINAMARCA	BELGICA	FRANCIA
CONSUMO GLOBAL	0,67%	0,27%	3,20%	-0,81%	1,01%
CONSUMO GLOBAL MWh	118294	64582	87450	-49275	347498
CONSUMO GLOBAL kWh por persona	2,50	0,65	15,64	-4,42	5,29

Tabla2. Consumos en días laborables por la mañana de Octubre-Noviembre

Globalmente se puede observar en el horario de verano un decremento de consumo energético para todos los países analizados. En el horario de invierno solamente se produce decremento en Bélgica, viendo el resto de países como incrementan su consumo energético. Del mismo modo para el consumo global KWh por persona.

De manera más detallada, haciendo referencia al anexo 2 (Tablas) y anexo 3 (Gráficas), hay que destacar que en el año 2011 en el periodo de Marzo-Abril, se produjo un ahorro mayor que para la dinámica que seguían el resto de años todos los países estudiados.

En el caso de España, podría ser causado porque el mes de Abril resultó extraordinariamente cálido en prácticamente toda la Península, con una temperatura media de 3,9°C por encima del valor medio del mes, lo que le sitúa en el Abril más cálido de toda la serie histórica [27].

En el periodo de Octubre-Noviembre, en el año 2008 en España y en el año 2009 en Alemania y Países Bajos se produjo un incremento del consumo, con respecto al resto de los años estudiados. Estos periodos coinciden con los comienzos de la crisis económica. Por lo que podría ser esta la razón.

Bélgica es el único país estudiado en el que se produce un ahorro aunque se podría considerar insignificante. El incremento de consumo es mayor en el periodo de mañana en Alemania y Países Bajos, sin guardar coincidencia como los nombrados anteriormente para el horario de verano.

Para el análisis de los **días laborables en el periodo de tarde** hay que tener en cuenta, que existirá mayor consumo doméstico ya que se habrá finalizado la jornada de trabajo en la mayoría de los casos, se obtendrán los resultados de consumo que se muestran a continuación (Tabla3 y Tabla4), también se han realizado en MWh, porcentualmente y el equivalente al consumo global de un habitante en los respectivos países.

	MARZO-ABRIL				
	ESPAÑA	ALEM+PBAJOS	DINAMARCA	BELGICA	FRANCIA
CONSUMO GLOBAL	-1,45%	-1,02%	-1,40%	-2,94%	-4,66%
CONSUMO GLOBAL MWh	-249237	-214643	-33906	-176008	-1612359
CONSUMO GLOBAL kWh por persona	-5,27	-2,18	-6,07	-15,80	-24,54

Tabla3. Consumos en días laborables por la tarde de Marzo-Abril

	OCTUBRE-NOVIEMBRE				
	ESPAÑA	ALEM+PBAJOS	DINAMARCA	BELGICA	FRANCIA
CONSUMO GLOBAL	2,23%	0,91%	5,83%	0,43%	2,50%
CONSUMO GLOBAL MWh	392072	205080	147233	25713	813659
CONSUMO GLOBAL kWh por persona	8,29	2,08	26,34	2,31	12,38

Tabla4. Consumos en días laborables por la tarde de Octubre-Noviembre

Se ve reflejado en el horario de verano un decremento de consumo energético en todos los casos. En el horario de invierno de forma contraria, se incrementa el consumo energético para todos ellos.

En el análisis anual, a partir del anexo 2 (Tablas) y anexo 3 (Gráficas), existe un ahorro entorno al 2% superior respecto al periodo de mañana para el año 2011 en el comienzo del horario de verano para los países estudiados, esto podría ser consecuencia de que haya más horas de luz. Este ahorro es mayor en el periodo de tarde en España, Dinamarca y Bélgica.

Para la entrada del horario de invierno hay que destacar un incremento del consumo en el año 2008 sobre la dinámica que tienen el resto de los años en Francia. Es un 5% mayor que para el periodo de mañana. Una razón podría ser porque el año 2008 fue el más frío desde el año 2000, según el Goddard Institute for Space Studies de la NASA que hace hincapié en un amplio estudio del cambio global [28], lo que podría dar lugar a que el consumo de calefacción empezó antes y se consumió más que en otros años.

En Dinamarca es claro el aumento llegando hasta 6% aproximadamente en este periodo de tarde. El incremento de consumo es mayor en el periodo de tarde en España, Dinamarca, Bélgica y Francia.

Durante los **días laborables en el periodo de noche**, se producirá consumo doméstico mayoritariamente y se verá afectado por las horas de sueño en las que se reduce de manera considerable dicho consumo energético. De esta manera se obtendrán resultados como los mostrados (Tabla5 y Tabla6), también se han realizado en MWh, porcentualmente y lo equivalente al consumo global de un habitante en los respectivos países.

	MARZO-ABRIL				
	ESPAÑA	ALEM+PBAJOS	DINAMARCA	BELGICA	FRANCIA
CONSUMO GLOBAL	-0,88%	-1,16%	-1,07%	-2,09%	-4,81%
CONSUMO GLOBAL MWh	-114831	-194213	-19165	-108489	-1551473
CONSUMO GLOBAL kWh por persona	-2,43	-1,97	-3,43	-9,74	-23,61

Tabla5. Consumos en días laborables por la tarde de Marzo-Abril

	OCTUBRE-NOVIEMBRE				
	ESPAÑA	ALEM+PBAJOS	DINAMARCA	BELGICA	FRANCIA
CONSUMO GLOBAL	0,85%	-0,06%	3,30%	-0,04%	2,12%
CONSUMO GLOBAL MWh	111480	-9804	58740	-1835	602291
CONSUMO GLOBAL kWh por persona	2,36	-0,10	10,51	-0,16	9,17

Tabla6. Consumos en días laborables por la tarde de Octubre-Noviembre

En el análisis global se puede verificar en el horario de verano, un decremento de consumo energético para todos los países analizados. En el horario de invierno solamente se produce decremento en Bélgica, Alemania y Países Bajos.

A partir del anexo 2 (Tablas) y anexo 3 (Gráficas), al igual que en los periodos anteriores, para el horario de verano en el año 2011 hay un incremento del consumo en todos los países. Además en Francia sucede lo mismo al año siguiente, aunque luego se recupera la dinámica. Como hemos nombrado anteriormente hubo un cambio de temperaturas lo que puede ser la causa.

Con el horario de invierno, vuelve a producirse un incremento de consumo de energía durante el año 2008 en Francia, de la misma magnitud que para el periodo de tarde. Para el resto de países estudiados existe una cierta constancia desde 2007 hasta 2013, duración que abarca el análisis.

Hay que destacar que no se reflejan los resultados obtenidos en los Países Nórdicos en las tablas anteriores ya que al realizar los cálculos, al tener solo datos de 2012 y 2013, no siguen una clara tendencia, serían necesarios datos de más años para poder concluir si existe ahorro o incremento de consumo de energía debido al DST en dichos países.

6.2.- Fines de semana y festivos

Como se ha observado en la Gráfica1, en la parte de metodología, hay que distinguir entre días laborables y fines de semana y festivos ya que existe una clara diferencia en el consumo energético.

Se realiza el análisis de los **fines de semana y festivos en el periodo de mañana**, en este periodo se reduce el consumo. No se trabaja y no se producen desplazamientos. Se retrasa el horario de levantarse y no se consume energía, de esta manera se obtienen los siguientes resultados (Tabla7 y Tabla8) en MWh, porcentualmente y lo equivalente al consumo global de un habitante en los respectivos países.

	MARZO-ABRIL				
	ESPAÑA	ALEM+PBAJOS	DINAMARCA	BELGICA	FRANCIA
CONSUMO GLOBAL	-4,15%	-4,54%	-7,16%	-4,89%	-9,16%
CONSUMO GLOBAL MWh	-286517	-391214	-74413	-104652	-1214081
CONSUMO GLOBAL kWh por persona	-6,06	-3,97	-13,31	-9,39	-18,48

Tabla7. Consumos en fines de semana y festivos por la mañana de Marzo-Abril

	OCTUBRE-NOVIEMBRE				
	ESPAÑA	ALEM+PBAJOS	DINAMARCA	BELGICA	FRANCIA
CONSUMO GLOBAL	1,97%	2,44%	4,99%	0,02%	5,29%
CONSUMO GLOBAL MWh	107358	177276	40750	350	585276
CONSUMO GLOBAL kWh por persona	2,27	1,80	7,29	0,03	8,91

Tabla8. Consumos en fines de semana y festivos por la mañana de Octubre-Noviembre

En este caso, en el horario de verano se produce un decremento de consumo energético para cada uno de ellos. En el horario de invierno, para Bélgica se mantiene constante el consumo energético, mientras que para el resto se incrementa.

Observando los anexos 2 (Tablas) y 3 (Gráficas), con el horario de verano a partir del año 2008 coincidiendo con el comienzo de la crisis económica en Europa, se empieza a ahorrar en gran medida. Cabe destacar un excesivo ahorro del 20% en Francia durante el año 2011. Esto podría ser el resultado de que Francia pertenece al G8, grupo informal de países del mundo con peso político, económico y militar a escala global, y a que ese año fue el Año Internacional de los Bosques según la ONU por lo que se insistió en el ahorro energético.

Con la entrada del horario de invierno no se ahorra en ningún país para los años del estudio exceptuando el año 2010 en Alemania, Países Bajos y Francia, y 2008 en Bélgica, llegando a ahorrar un 4% aproximadamente, lo que pueden afectar al resultado global de todos los años del análisis reduciendo el incremento del consumo.

Con los **finés de semana y festivos en el periodo de tarde**, se observa que en dicho periodo se consume en función de la climatología, la mayor luminosidad hace que pasemos más tiempo fuera de casa, prolongando las actividades al aire libre, conduciendo a un menor consumo. Se obtienen resultados (Tabla9 y Tabla10) en MWh, porcentualmente y lo equivalente al consumo global de un habitante en los respectivos países.

	MARZO-ABRIL				
	ESPAÑA	ALEM+PBAJOS	DINAMARCA	BELGICA	FRANCIA
CONSUMO GLOBAL	-7,50%	-6,62%	-10,52%	-7,58%	-12,48%
CONSUMO GLOBAL MWh	-553337	-581341	-115328	-168572	-1639840
CONSUMO GLOBAL kWh por persona	-11,71	-5,89	-20,63	-15,13	-24,96

Tabla9. Consumos en fines de semana y festivos por la tarde de Marzo-Abril

	OCTUBRE-NOVIEMBRE				
	ESPAÑA	ALEM+PBAJOS	DINAMARCA	BELGICA	FRANCIA
CONSUMO GLOBAL	7,44%	4,48%	7,90%	3,37%	10,17%
CONSUMO GLOBAL MWh	424749	331717	68713	69388	1112664
CONSUMO GLOBAL kWh por persona	8,99	3,36	12,29	6,23	16,94

Tabla10. Consumos en fines de semana y festivos por la tarde de Octubre-Noviembre

De las tablas anteriores, se puede verificar en el horario de verano un decremento de consumo energético para todos ellos. En el horario de invierno, se incrementan los consumos.

A partir de los anexos 2 (Tablas) y 3 (Gráficas), al igual que en el periodo de mañana desde 2008 se empieza a ahorrar gracias al DST con el comienzo del verano, en este caso es entorno a un 2-3% más que para dicho periodo coincidiendo con los resultados de los días laborables. Exceptuando el año 2009 en Dinamarca, el año 2010 en España y el año 2011 en Francia, siendo esta última el mayor ahorro energético de hasta un 22% aproximadamente.

Se refleja así la importancia por la protección de la naturaleza y el medio ambiente desde un punto de vista energético que tiene Francia como perteneciente al G8.

Con el horario de invierno ocurre lo mismo que con el horario de verano en el periodo de mañana, no se ahorra e incluso se aumenta el consumo de energía de manera constante. Para todos los años de estudio en los diferentes países a excepción de Bélgica en el año 2008, Alemania y Países Bajos en el año 2009 y Francia en el año 2010, siendo este aumento mínimo pero que afecta en mayor medida a los resultados finales con el conjunto de los años desde 2007 a 2013.

En los **fines de semana y festivos en el periodo de noche**, el consumo se incrementa respecto a los días laborables ya que la actividad es mayor, de esta manera se obtendrán resultados como los mostrados (Tabla11 y Tabla12), también se han realizado en MWh, porcentualmente y lo equivalente al consumo global de un habitante en los respectivos países.

	MARZO-ABRIL				
	ESPAÑA	ALEM+PBAJOS	DINAMARCA	BELGICA	FRANCIA
CONSUMO GLOBAL	-4,84%	-6,11%	-7,54%	-4,14%	-9,91%
CONSUMO GLOBAL MWh	-309668	-462250	-63304	-84402	-1280015
CONSUMO GLOBAL kWh por persona	-6,55	-4,69	-11,32	-7,58	-19,48

Tabla11. Consumos en fines de semana y festivos por la tarde de Marzo-Abril

	OCTUBRE-NOVIEMBRE				
	ESPAÑA	ALEM+PBAJOS	DINAMARCA	BELGICA	FRANCIA
CONSUMO GLOBAL	3,65%	-0,13%	4,11%	1,15%	8,01%
CONSUMO GLOBAL MWh	178650	-8057	26188	20993	831396
CONSUMO GLOBAL kWh por persona	3,78	-0,08	4,68	1,88	12,65

Tabla12. Consumos en fines de semana y festivos por la tarde de Octubre-Noviembre

Se puede observar en el horario de verano un decremento de consumo energético para todos los países. En el horario de invierno solamente se produce decremento en Alemania y Países Bajos, viendo el resto como incrementan su consumo energético.

Respecto de los anexos 2 (Tablas) y 3 (Gráficas), para el horario de verano sigue la misma dinámica que para los periodos anteriores de mañana y tarde, destacando el año 2011 en Francia aunque no son ahorros de manera constante, son resultados más dispersos sin seguir un mismo patrón entre los años en cada país de estudio.

Con el horario de invierno vuelve a producirse incremento de consumo de energía llegando hasta un 20% en el año 2012 en Francia. Aunque cabe destacar que para el año 2010 se produjo un ahorro considerable del 6% en Alemania y Países Bajos lo que afecta a los datos finales del conjunto de años desde 2007 hasta 2013.

Al igual que en los días laborables hay que destacar que los datos que se tienen de los Países Nórdicos no son suficientes para poder concluir el ahorro o incremento de consumo de energía debido al cambio horario en dichos países, por lo que no aparecen en las tablas mostradas.

6.3.- Días completos laborables

Tomando los diferentes periodos anteriores se extraen los **días completos laborables** (Tabla13 y Tabla 14), obteniendo así resultados en MWh, porcentualmente y el equivalente al consumo global de un habitante en los respectivos países.

	MARZO-ABRIL				
	ESPAÑA	ALEM+PBAJOS	DINAMARCA	BELGICA	FRANCIA
CONSUMO GLOBAL	-3,17%	-2,74%	-3,21%	-5,96%	-12,45%
CONSUMO GLOBAL MWh	-507763	-531755	-72596	-340848	-4256665
CONSUMO GLOBAL kWh por persona	-10,74	-5,39	-12,99	-30,60	-64,79

Tabla13. Consumo en días completos laborables en Marzo-Abril.

	OCTUBRE-NOVIEMBRE				
	ESPAÑA	ALEM+PBAJOS	DINAMARCA	BELGICA	FRANCIA
CONSUMO GLOBAL	3,76%	1,13%	12,33%	-0,41%	5,62%
CONSUMO GLOBAL MWh	621846	259858	293423	-25398	1763448
CONSUMO GLOBAL kWh por persona	13,16	2,63	52,49	-2,28	26,84

Tabla14. Consumo en días completos laborables en Octubre-Noviembre.

Realizando la comparación de los días completos laborables (Tabla13 y Tabla14), se considera que para el horario de verano, en todos los países se produce un ahorro importante. Para el cambio al horario de invierno, todos los países a excepción de Bélgica, tienen un incremento de consumo energético.

De la Tabla13 se obtiene para el caso de España, el consumo global de kWh por persona, supone un ahorro de 10.74 kWh/persona lo que equivale al consumo de un ordenador y su monitor funcionando 43h. Del mismo modo para la Tabla14 supone un incremento de consumo de 13.16 kWh/persona que será lo mismo que tener dicho ordenador con su monitor funcionando durante 52h.

6.4.- Días completos fines de semana y festivos

Por último, se relacionan los **días completos de fines de semana y festivos** (Tabla15 y Tabla 16), obteniendo así resultados en MWh, porcentualmente y el equivalente al consumo global de un habitante en los respectivos países.

	MARZO-ABRIL				
	ESPAÑA	ALEM+PBAJOS	DINAMARCA	BELGICA	FRANCIA
CONSUMO GLOBAL	-16,49%	-17,27%	-25,22%	-16,61%	-31,55%
CONSUMO GLOBAL MWh	-1149521	-1434806	-253045	-357626	-4133936
CONSUMO GLOBAL kWh por persona	-24,32	-14,54	-45,27	-32,10	-62,92

Tabla15. Consumo en días completos fines de semana y festivos en Marzo-Abril.

	OCTUBRE-NOVIEMBRE				
	ESPAÑA	ALEM+PBAJOS	DINAMARCA	BELGICA	FRANCIA
CONSUMO GLOBAL	13,06%	6,79%	17,00%	4,54%	23,47%
CONSUMO GLOBAL MWh	710757	500936	135650	90731	2529337
CONSUMO GLOBAL kWh por persona	15,04	5,08	24,27	8,14	38,50

Tabla16. Consumo en días completos fines de semana y festivos en Octubre-Noviembre.

Para el cambio de horario al verano (Tabla15), en todos los países se produce un ahorro muy importante. En el cambio al invierno (Tabla16), todos ellos tienen un elevado incremento de consumo energético. Afecta el cambio fundamentalmente al consumo doméstico.

De la Tabla15 en España, el consumo global de kWh por persona, supone un ahorro de 24.32 kWh/persona lo que equivale al consumo de una lavadora funcionando un día completo sin interrupción. Para la Tabla16 se observa un incremento de consumo de 15.04 kWh/persona que será 14h de funcionamiento de esta misma lavadora.

7.- Conclusiones

A partir de los datos anuales ofrecidos por las diferentes compañías eléctricas de los países estudiados, alrededor de un millón y medio de datos, se ha procedido a extraer conclusiones para conocer si la aplicación del DST produce ahorro energético. Con todo ello se puede observar:

Existen unos periodos de mayor influencia en el consumo energético, que coinciden con el comienzo de la jornada y las últimas horas de la tarde. La afección es importante en el consumo doméstico, observando un mayor ahorro en el caso de fines de semana y festivos.

En general, aplicar el horario de invierno no supone un ahorro de energía. Al retrasar el reloj en Octubre [29], el uso de luz artificial en viviendas y oficinas se produce una hora antes. Es difícil defender que se ahorre energía.

En el caso contrario, el horario de verano, supone un ahorro energético elevado en países como Bélgica y Francia de hasta un 12%. Al adelantar el reloj en Marzo [29], existe más luz natural por la tarde, retrasando así el empleo de luz artificial y obteniendo un cierto ahorro.

Se ha observado que además de las características culturales, las diferencias de ahorro en el consumo de energía entre países, son debidas a la situación geográfica. Todos los países estudiados tienen el mismo huso horario CET (Horario Europeo Central) que está una hora por delante respecto al tiempo universal coordinado (UTC +1) durante el horario estándar y UTC+2 durante el horario de verano para aprovechar la luz solar (Imagen10).



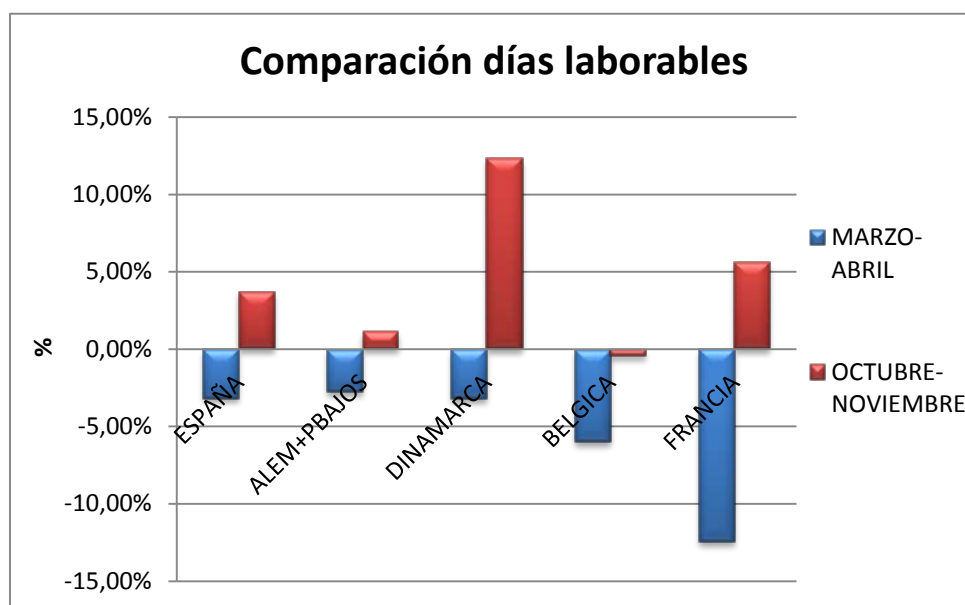
Imagen10. Distribución husos horarios [30]

En el caso de España, se encuentra geográficamente en el área correspondiente a la Hora Europea Occidental (UTC +0), pero su horario oficial corresponde al (UTC +1). Lo que podría ser la razón de que los ahorros no son tan constantes como en Bélgica, Dinamarca o Francia [30].

Con la selección de países del sur, centro y norte del continente europeo se ha querido determinar si la latitud afecta al efecto del DST, pero los resultados obtenidos no concluyen de manera clara esta hipótesis.

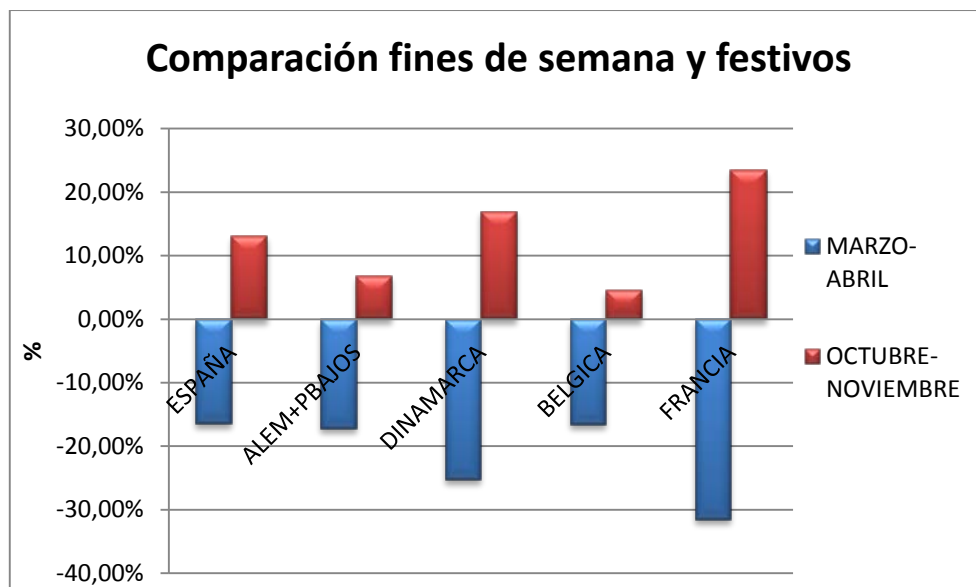
Representando los resultados de la Tabla13 y Tabla14 sobre la Gráfica4, del Consumo Global en porcentaje, tanto para el horario de verano, como para el de invierno en días completos laborables, se obtiene que el DST solo supondría un ahorro global para Bélgica, Francia e incluso Alemania y Países Bajos.

En el caso de España y Dinamarca se debería suprimir, utilizando el horario de verano todo el año. El ahorro energético conseguido con el horario de verano, es compensado por el aumento de consumo como consecuencia de la aplicación del horario de invierno, por lo que es más ventajoso el mantenimiento anual del horario de verano.



Gráfica4. Consumo Global en % para los días completos laborables.

A partir de la Tabla15 y Tabla16 se obtiene la representación de los resultados en la Gráfica5, del Consumo Global en porcentaje, para días completos de fines de semana y festivos, y se puede concluir que el DST supondría un ahorro global para para todos los países, siendo en mayor medida para Bélgica.



Gráfica5. Consumo Global en % para los días completos fines de semana y festivos.

En los periodos de fines de semana y festivos se consigue ahorrar en mayor medida que en los días laborables, pero hay que tener en cuenta que en proporción son menos días, por lo que se debería suprimir el DST para países como España y Dinamarca utilizando en su caso el horario de verano. Y mantenerlo en países como Alemania y Países Bajos, Bélgica y Francia, ya que todos tienen el mismo huso horario (UTC +1) [30]. Sería energéticamente interesante que su horario oficial fuese (UTC +0).

Según los estudios realizados también se puede concluir que al alejarnos del día en el cual se ha realizado el cambio de hora, el efecto de éste queda amortiguado.

Existen otros autores que han llegado a las mismas conclusiones. En el caso de España, Rafael Carrasco [31], explica como la magnitud de este ahorro es mínima, entre el 0 y el 0,5% y además, cada año que pasa es menor.

Por el contrario, según estimaciones del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) [32], Entidad Pública Empresarial del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, el potencial de ahorro en iluminación en nuestro país, por el DST, puede llegar a representar un 5% del consumo eléctrico en iluminación, equivalente a unos 300 millones de euros.

8.- Bibliografía

- [1] Directiva 2000/84/CE del 19 de Enero de 2001 del Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión.
- [2] Walter Hecq, Y. B. (1993). Daylight saving time effect on fuel consumption and atmospheric pollution. *Science of The Total Environment*, 249-274.
- [3] <http://www.wwf.es/>. Recuperado el 13 de Marzo de 2014
- [4] *Benjamin Franklin's essay on daylight saving*. Recuperado el 24 de Noviembre de 2013, de <http://www.webexhibits.org/daylightsaving/franklin3.html>
- [5] *William Willett's pamphlet*. Recuperado el 24 de Noviembre de 2013, de <http://www.webexhibits.org/daylightsaving/willett.html>
- [6] U.S. Department of Transportation (1975). The Daylight Saving Time Study: A report to Congress from the Secretary of transportation. Volumen I y II.
- [7] Mohammad AwadMomani, B. M. (2009). The impact of the daylight saving time on electricity consumption—A case study from Jordan. *Energy Policy*, 2050-2051.
- [8] Moncef Krarti, A. H. (2011). Analysis of impact of daylight time savings on energy use of buildings in Kuwait. *Energy Policy*, 2319–2329.
- [9] Karasu, S. (2010). The effect of daylight saving time options on electricity consumption of Turkey. *Energy*, 3780-3781.
- [10] S. I. Hill, F. E.-F. (2010). The impact on energy consumption of daylight saving clock changes. *Energy Policy*, 4955–4965.
- [11] Faisal Mehmood Mirzan, O. B. (2011). The impact of daylight saving time on electricity consumption: Evidence from southern Norway and Sweden. *Energy Policy*, 3565.
- [12] Wolff, R. K. (2008). Daylight time and energy: Evidence from an Australian experiment. *Journal of Environmental Economics and Management*, 207-220.
- [13] Kotchen, M. &. (2008). Does Daylight Saving Time Save Energy? Evidence from a Natural Experiment in Indiana.
- [14] Rock, B. A. (1996). Impact of daylight saving time on residential energy consumption and cost. *Energy and Buildings*, 1-6.
- [15] Rodríguez, J. *Observatorio de civerpolítica*. Recuperado el 16 de Junio de 2014, de <http://www.joserodriguez.info/bloc/como-puedes-medir-el-seguimiento-de-la-huelga-general-de-forma-orientativa/comment-page-1/>
- [16] *ELIA 50HERTZ*. Recuperado el 6 de Abril de 2014, de <http://www.50hertz.com/en/1987.htm>
- [17] *ENBW*. Recuperado el 6 de Abril de 2014, de <http://www.transnetbw.de/en/key-figures/load-data/vertical-network->

load?app=vertNetzlast&activeTab=graph&auswahl=day&date=03%2F01%2F2007&selectMonat=0&selectJahr=2011&selectMonat=49

- [18] AMPRION. Recuperado el 6 de Abril de 2014, de <http://www.amprion.net/en/demand-in-control-area#>
- [19] Tennet. Recuperado el 23 de Marzo de 2014, de <http://www.tennet.eu/nl/home.html>
- [20] Elia, *Belgium's electricity transmission system operator*. Recuperado el 17 de Marzo de 2014, de <http://www.elia.be/>
- [21] Energinet.dk <https://www.energinet.dk/>. Recuperado el 19 de Marzo de 2014.
- [22] REE Red Eléctrica España <http://www.ree.es/es/actividades/balance-diario>. (3 de Marzo de 2014). Recuperado el 13 de Marzo de 2014
- [23] *Réseau de transport d'électricité*. Recuperado el 19 de Marzo de 2014, de <http://www.rte-france.com/en>
- [24] Nord Pool Spot. Recuperado el 6 de Abril de 2014, de <http://www.nordpoolspot.com/Market-data1/Power-system-data/Consumption1/Consumption/ALL/Hourly1/>
- [25] Escribano, G. *Estudios internacionales y estratégicos*. Recuperado el 16 de Junio de 2014, de http://www.realinstitutoelcano.org/wps/portal/web/rielcano_es/contenido?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/elcano/elcano_es/programas/energiacambioclimatico/publicaciones/eee2-2014-escribano-accion-exterior-espanola-esenario-energetico-transformacion#.U6BYMnap4jw
- [26] *Calendario*. Recuperado el 6 de Abril de 2014, de <http://www.calendario-365.es/>
- [27] AEMET Agencia Estatal de Meteorología. Recuperado el 18 de Mayo de 2014, de <http://www.aemet.es/es/noticias/2011/05/climaticoabril2011>
- [28] GISS Surface Temperature Analysis. Recuperado el 18 de Mayo de 2014, de <http://data.giss.nasa.gov/gistemp/2008/>
- [29] Navegante, E. (2013). Cambio de hora: ¿donde está el ahorro? *Naukas*.
- [30] BOE 53 Real Decreto 236/2002, de 1 de marzo. Recuperado el 18 de Mayo de 2014, de <http://www.boe.es/boe/dias/2002/03/02/pdfs/A08617-08619.pdf>
- [31] Carrasco, R. C. (17 de Noviembre de 2000). *Diario información Departament de Llenguatges i Sistemes informàtics*. Recuperado el 9 de Diciembre de 2013, de <https://sites.google.com/site/rafaelccarrasco/profile/popular/horarios>
- [32] IDAE. *Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía*. Recuperado el 13 de Marzo de 2014, de <http://www.idae.es/>